

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 20 AUG 2004

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:**

103 31 581.0

**Anmeldetag:**

11. Juli 2003

**Anmelder/Inhaber:**

ROBERT BOSCH GMBH, 70469 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:**

Vorrichtung und Verfahren zur Bestimmung  
des Massenstromes über das Tankentlüftungs-  
ventil für eine Verbrennungskraftmaschine

**IPC:**

F 02 D, F 02 M, B 60 K

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. Juli 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Stremme

5

Robert Bosch GmbH

10

70442 Stuttgart

15

- 1 -

20 **Vorrichtung und Verfahren zur Bestimmung des Massenstromes über das**  
Tankentlüftungsventil für eine Verbrennungskraftmaschine

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bestimmung des Massenstromes über ein  
25 Tankentlüftungsventil für eine Verbrennungskraftmaschine mit einem Saugrohr und  
einer Drosselklappe, wobei das Saugrohr mit dem Tankentlüftungsventil und einer  
Abgasrückführungseinrichtung verbunden ist und wobei der Drosselklappe und dem  
Tankentlüftungsventil jeweils ein Messwertwandler zugeordnet ist und wobei der  
Abgasrückführungseinrichtung ein Messwertgeber für den Massenstrom über die  
30 Abgasrückführungseinrichtung zugeordnet ist.

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Bestimmung des Massenstromes über ein Tankentlüftungsventil für eine Verbrennungskraftmaschine mit einem Saugrohr und einer darin angeordneten Drosselklappe.

## 5 Stand der Technik

Um bei Verbrennungskraftmaschinen die Bestimmung des Massenstromes über das Tankentlüftungsventil bei Motoren mit variablen Ventiltrieb bzw. in Arbeitspunkten mit unterkritischem Druckverhältnis bei signifikanter Abgasrückführung zu gewährleisten, sind Kenntnisse heutiger Tankentlüftungsanlagen von Bedeutung. Die Tankentlüftungsanlage kann bei einer hochentwickelten Motorsteuerung, die mit hoher Genauigkeit auf das Einhalten bestimmter Kraftstoff-/ Luft-Verhältnisse in dem Brennraum der Verbrennungskraftmaschine hinarbeitet, nicht unabhängig von dieser betrieben werden, zumal die Kraftstoffdämpfe der Verbrennungskraftmaschine zugeführt werden. Daher ist die Steuerung der Tankentlüftungsanlage eng mit der Steuerung der Verbrennungskraftmaschine verknüpft. Die steuerbaren Ventile des Motors werden in Abhängigkeit bestimmter Betriebsbedingungen der Verbrennungskraftmaschine und verschiedener Zustände des Tank- bzw. Tankentlüftungssystems gesteuert.

Im Ansaugsystem können die Drosselklappenstellung, der Luftstrom oder der Druck gemessen werden. Am Motor selbst kann die Drehzahl Gegenstand der erfassten Signale sein. Im Abgas der Verbrennungskraftmaschine wird in der Regel noch dessen Sauerstoffgehalt erfasst. Die von der Steuerungseinheit empfangenen Signale werden in Programmen zum Steuern der Anlagenkomponenten umgesetzt, so dass eine Einspeisung der Kraftstoffdämpfe in das Ansaugsystem ohne Beeinträchtigung des Betriebes der Verbrennungskraftmaschine erfolgt. Weiterhin ist so eine Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Anlage möglich.

Bei den Vorrichtungen gemäß dem Stand der Technik wird ausgenutzt, dass der über das Tankentlüftungsventil ins Saugrohr fließende Massenstrom mittels der Ausflusskennlinie des Ventils in Abhängigkeit von der Druckdifferenz am Tankentlüftungsventil berechnet wird. Die Ausflusskennlinie weist im Bereich

unterkritischen Druckverhältnisses eine große Steigung auf, was zu Ungenauigkeiten und im ungünstigsten Fall zur Instabilität der Berechnung des Massenstroms führt.

5 Zur Verbesserung der Genauigkeit wird in bisherigen Motorsteuerungskonzepten der Massenstrom über das Tankentlüftungsventil in Abhängigkeit vom Drosselklappenwinkel und der Drehzahl berechnet. Hier wird davon ausgegangen, dass der Saugrohrdruck proportional zum über die Drosselklappe einströmenden Massenstrom ist. Diese Voraussetzung ist bei Systemen mit variablem Ventiltrieb bzw. Abgasrückführung nicht erfüllt.

#### 10 Aufgabe der Erfindung

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung der eingangs erwähnten Art zu schaffen, die eine Verbesserung der Genauigkeit der Berechnung des Massenstromes über das Tankentlüftungsventil bei Motoren mit variablem Ventiltrieb oder in  
15 Arbeitspunkten mit unterkritischen Druckverhältnissen bei signifikanter Abgasrückführung und damit eine Verbesserung des Fahr- und Abgasverhaltens erwirkt.

Es ist auch Aufgabe der Erfindung, hierzu ein Verfahren bereitzustellen.

20 Die die Vorrichtung betreffende Aufgabe wird dadurch gelöst, dass den Messwertwandlern und dem Messwertgeber für den Massenstrom über die Abgasrückführungseinrichtung ein Massenstrom - Normierer zugeordnet ist, der die den Massenströmen über die Drosselklappe, das Tankentlüftungsventil und über die Abgasrückführungseinrichtung zugeordneten Signale der Messwertwandler und des  
25 Messwertgebers aufnimmt, summiert und normiert und dass dem Massenstrom - Normierer eine Umrechnungseinheit zugeordnet ist, die einen virtuellen Drosselklappenwinkel berechnet, aus dem eine Zuordnungseinheit den Massenstrom über das Tankentlüftungsventil bestimmt .

30 Die Normierung des Massenstromes auf seinen Wert bei den Normbedingungen 1013 mbar und 0°C wird dadurch erreicht, dass der Massenstrom - Normierer die

von den Messwertwandlern und dem Messwertgeber bereitgestellten Signale unter Berücksichtigung der Temperatur, der Faktordichte und des Durchflußfaktors normiert.

- 5 Gemäß einer bevorzugten Erfindungsvariante kann es vorgesehen sein, dass die Zuordnungseinheit aus dem virtuellen Drosselklappenwinkel unter Berücksichtigung mindestens von Motordrehzahl, Temperatur, Faktordichte und / oder dem normierten überkritischen Massenstrom über das Tankentlüftungsventil den Massenstrom über das Tankentlüftungsventil bestimmt.

10 Eine vorteilhafte Anordnung sieht vor, dass der Zuordnungseinheit eine Motorsteuerungseinheit nachgeschaltet ist, die die Motorparameter für die Verbrennungskraftmaschine steuert.

- 15 Eine genauere Bestimmung des Massenstromes durch das Tankentlüftungsventil wird dadurch erreicht, dass dem Druckdifferenzmesser des Tankentlüftungsventils ein Messwertwandler zugeordnet ist, dem die Ausflusskennlinie des Tankentlüftungsventils zugeordnet ist.

- 20 Ein besonders kompakter Aufbau sieht vor, dass die Messwertwandler und/oder der Messwertgeber und/oder der Massenstrom - Normierer und/oder die Umrechnungseinheit und/oder die Zuordnungseinheit integraler Bestandteil der Motorsteuerungseinheit sind oder in mindestens einem weiteren Subsystem zusammengefaßt sind.

25

Die das Verfahren betreffende Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, dass in einem Massenstrom - Normierer die Massenströme über die Drosselklappe, das Tankentlüftungsventil und die Abgasrückführungseinrichtung zur Bildung eines normierten Massenstromes summiert und unter Einbeziehung von

- 30 Normierungsfaktoren normiert werden, dass aus dem normierten Massenstrom ein virtueller Drosselklappenwinkel ermittelt wird und dass aus dem virtuellen

Drosselklappenwinkel der Massenstrom über das Tankentlüftungsventil ermittelt wird.

5 Eine besonders genaue Bestimmung des Massenstromes wird dadurch erreicht, dass der normierte Massenstrom unter Einbeziehung mindestens eines Durchflussfaktors, eines Temperaturfaktors und einer Faktordichte normiert wird.

10 Eine mögliche Ausgestaltung sieht vor, dass die Zuordnung zwischen normiertem Massenstrom und Drosselklappenwinkel über eine Kennlinie vorgegeben wird und aus dem Wert des normierten Massenstroms der virtuelle Drosselklappenwinkel berechnet wird.

15 Eine verbesserte Bestimmung des Massenstromes bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen wird dadurch erreicht, dass der virtuelle Drosselklappenwinkel unter Einbeziehung der Motordrehzahl und / oder unter Berücksichtigung des normierten überkritischen Massenstroms über das Tankentlüftungsventil und / oder einer Faktordichte und / oder einem Temperaturfaktor der Massenstrom über das Tankentlüftungsventil ermittelt wird.

20 In einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens wird der virtuelle Drosselklappenwinkel berechnet, der dem Drosselklappenwinkel entspricht, der zur Zufuhr der Summe der ins Saugrohr fließenden Massenströme alleine über die Drosselklappe erforderlich wäre. Damit ist eine wesentlich bessere Motorsteuerung bei gleichzeitig vermindertem Schadstoffausstoss erreicht.

25 Die Erfindung wird im folgenden anhand eines in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

30 Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Ermitteln des Massenstromes über das Tankentlüftungsventil für eine Verbrennungsmaschine

Fig. 2 in schematischer Darstellung ein Berechnungsverfahren für die Bestimmung des Massenstromes

5 Wie die Figur 1 zeigt, besteht die Luftansaugung für eine Verbrennungskraftmaschine 90 im wesentlichen aus einem Saugrohr 10, welches sich zwischen einem Luftfilter 80 und der Verbrennungskraftmaschine 90 befindet. Das Saugrohr 10 ist weiterhin verbunden mit dem Tankentlüftungsventil 20 und der Abgasrückführungseinrichtung 30.

10 Im Saugrohr 10 befindet sich eine Drosselklappe 11, die mit einem Messwertwandler 13 zur Bestimmung des Drosselklappenwinkels 12 verbunden ist, der zusätzlich mit einer Signalleitung für die Motordrehzahl 14 verbunden ist. Der Messwertwandler 13 ist weiterhin mit einem Massenstrom - Normierer 40 zur Bestimmung des normierten  
15 Massenstroms 44 verbunden.

Das Tankentlüftungsventil 20 ist mit einem Differenzdruckmesser 21 verbunden, der wiederum mit einem Messwertwandler 22 zur Bestimmung des Massenstroms 62 über das Tankentlüftungsventil 20 verbunden ist. Der Messwertwandler 22 ist dabei  
20 mit der Ausflussskennlinie 23 des Tankentlüftungsventils 20 beaufschlagt, die im Messwertwandler 22 abgespeichert ist oder von einem anderen Steuerungsmodul  
z.B. von der Motorsteuerungseinheit 70 vorgegeben wird. Das Ausgangssignal für den Massenstrom 62 über das Tankentlüftungsventil 20 wird ebenfalls dem Massenstrom - Normierer 40 zugeführt.

25 Weiterhin ist der Abgasrückführungseinrichtung 30 ein Messwertgeber 31 zugeordnet, dessen Ausgangssignal für den Massenstrom 62 über die Abgasrückführungseinrichtung 30 ebenfalls dem Massenstrom - Normierer 40 zugeführt ist.

Der Massenstrom - Normierer 40 steht weiterhin in Verbindung mit Signalgeber und/oder elektronischen und/oder mechanischen Speichereinheiten für den Temperaturfaktor 41, die Faktordichte 42 und den Durchflussfaktor 43, und berechnet als Ausgangssignal den aus den Einzelmassenströmen summierten und normierten Massenstrom 44, welcher einer Umrechnungseinheit 50 zugeführt ist. Das Ausgangssignal dieser Umrechnungseinheit 50 entspricht dem virtuellen Drosselklappenwinkel 51, welcher zusammen mit den Signalen für den Temperaturfaktor 41, die Faktordichte 42, den normierten überkritischen Massenstrom 61 über das Tankentlüftungsventil 20 und der Motordrehzahl 14 einer Zuordnungseinheit 60 zugeführt ist. Dort wird zunächst ein normierter Massenstrom 44 über das Tankentlüftungsventil 20 aus einer Kennlinie (KFAFTE) ermittelt. Anschließend kann unter Berücksichtigung der vorgenannten Faktoren als Ausgangssignal der Massenstrom 62 über das Tankentlüftungsventil 20 errechnet werden. Dieses Ausgangssignal ist zur weiteren Auswertung mit einer Motorsteuerungseinheit 70 verbunden. Die Motorsteuerungseinheit 70 steht mit mindestens einem Steuersignal 71 in Wirkverbindung mit der Verbrennungskraftmaschine 90, und optimiert dabei die Leistung, den Kraftstoffverbrauch und den Schadstoffausstoß der Verbrennungskraftmaschine 90.

In Figur 2 ist eine mögliche Ausgestaltung des Berechnungsverfahrens gemäß der Erfindung aufgezeigt. Die Massenströme 62 über die Drosselklappe 11, über das Tankentlüftungsventil 20 und über die Abgasrückführungseinrichtung 30 werden zunächst addiert und mittels dem Temperaturfaktor 41, der Faktordichte 42 und dem Durchflussfaktor 43 normiert. Der normierte Massenstrom 44 wird dann in der Umrechnungseinheit 50 in einen virtuellen Drosselklappenwinkel 51 umgerechnet. Der virtuelle Drosselklappenwinkel 51 entspricht somit dem Drosselklappenwinkel 12, der zur Zufuhr der Summe der ins Saugrohr 10 fließenden Massenströme 62 alleine über die Drosselklappe 11 erforderlich wäre. Unter Berücksichtigung des Temperaturfaktors 41, der Faktordichte 42 und des normierten überkritischen Massenstromes 61 über das Tankentlüftungsventil 20 wird in Verbindung mit der Motordrehzahl 14 der Massenstrom 62 über das Tankentlüftungsventil 20 errechnet,



der in Verbindung mit einer in Figur 1 dargestellten Motorsteuerungseinheit 70 zur exakten Steuerung einer Verbrennungskraftmaschine 90 genutzt werden kann.

In einer weiteren Ausgestaltungsform können einzelne Komponenten aus Figur 1  
5 integraler Bestandteil der Motorsteuerungseinheit 70 sein oder in mindestens einem Subsystem zusammengefaßt sein.

5

Robert Bosch GmbH



70442 Stuttgart

15 **Patentansprüche**

1. Vorrichtung zur Bestimmung des Massenstromes (62) über ein Tankentlüftungsventil (20) für eine Verbrennungskraftmaschine (90) mit Saugrohr (10) und Drosselklappe (11), wobei das Saugrohr (10) mit dem Tankentlüftungsventil (20) und einer Abgasrückführungseinrichtung (30) verbunden ist und wobei der Drosselklappe (11) und dem Tankentlüftungsventil (20) jeweils ein Messwertwandler (13, 22) zugeordnet ist und wobei der Abgasrückführungseinrichtung (30) ein Messwertgeber (31) für den Massenstrom über die Abgasrückführungseinrichtung zugeordnet ist, dadurch gekennzeichnet,
- dass dem Messwertwandler (13), dem Messwertwandler (22) und dem Messwertgeber (31) für den Massenstrom über die Abgasrückführungseinrichtung (30) ein Massenstrom - Normierer (40) zugeordnet ist, der die den Massenströmen über die Drosselklappe (11), das Tankentlüftungsventil (20) und über die Abgasrückführungseinrichtung (30) zugeordneten Signale

2002

(15,24,32) der Messwertwandler (13, 22) und des Messwertgebers (31) aufnimmt, summiert und normiert und dass dem Massenstrom - Normierer (40) eine Umrechnungseinheit (50) zugeordnet ist, die einen virtuellen Drosselklappenwinkel (51) berechnet, aus dem eine Zuordnungseinheit (60) den Massenstrom (62) über das Tankentlüftungsventil (20) bestimmt .

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,

dass der Massenstrom - Normierer (40) die von den Messwertwandlern (13, 22) und dem Messwertgeber (31) bereitgestellten Signale (15,24,32) unter Berücksichtigung der Temperatur (41), der Faktordichte (42) und des Durchflußfaktors (43) normiert.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,

dass die Zuordnungseinheit (60) aus dem virtuellen Drosselklappenwinkel (51) unter Berücksichtigung mindestens von Motordrehzahl (14), Temperatur (41), Faktordichte (42) und / oder dem normierten überkritischen Massenstrom (61) über das Tankentlüftungsventil (20) den Massenstrom (62) über das Tankentlüftungsventil (20) bestimmt.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet,

dass der Zuordnungseinheit (60) eine Motorsteuerungseinheit (70) nachgeschaltet ist, die die Motorparameter für die Verbrennungskraftmaschine (90) steuert.

2002

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass dem Druckdifferenzmesser (21) des Tankentlüftungsventils (20) ein  
Messwertwandler (22) zugeordnet ist, dem die Ausflusskennlinie (23) des  
5 Tankentlüftungsventils (20) zugeordnet ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Messwertwandler (13) und/oder der Messwertwandler (22) und/oder  
der Messwertgeber (31) und/oder der Massenstrom - Normierer (40) und/oder  
die Umrechnungseinheit (50) und/oder die Zuordnungseinheit (60) integraler  
Bestandteil der Motorsteuerungseinheit (70) sind oder in mindestens einem  
weiteren Subsystem zusammengefaßt sind.

15 7. Verfahren zur Bestimmung des Massenstromes (62) über ein  
Tankentlüftungsventil (20) für eine Verbrennungskraftmaschine (90) mit einem  
Saugrohr (10) und einer darin angeordneten Drosselklappe (11),  
dadurch gekennzeichnet,  
dass in einem Massenstrom - Normierer (40) die Massenströme über die  
20 Drosselklappe (11), das Tankentlüftungsventil (20) und die Abgas-  
rückführungseinrichtung (30) zur Bildung eines normierten Massenstromes  
(44) summiert und unter Einbeziehung von Normierungsfaktoren normiert  
werden, dass aus dem normierten Massenstrom (44) ein virtueller  
Drosselklappenwinkel (51) ermittelt wird und dass aus dem virtuellen  
25 Drosselklappenwinkel (51) der Massenstrom (62) über das  
Tankentlüftungsventil (20) ermittelt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der normierte Massenstrom (44) unter Einbeziehung mindestens eines  
Durchflussfaktors (43), eines Temperaturfaktors (41) und einer Faktordichte  
(42) normiert wird.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Zuordnung zwischen normiertem Massenstrom (44) und  
Drosselklappenwinkel (12) über eine Kennlinie vorgegeben wird und aus dem  
Wert des normierten Massenstroms (44) der virtuelle Drosselklappenwinkel  
(51) berechnet wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der virtuelle Drosselklappenwinkel (51) unter Einbeziehung der  
Motordrehzahl (14) und / oder unter Berücksichtigung des normierten  
überkritischen Massenstroms (61) über das Tankentlüftungsventil (20) und /  
oder einer Faktordichte (42) und / oder einem Temperaturfaktor (41) der  
Massenstrom (62) über das Tankentlüftungsventil (20) ermittelt wird  
(Zuordnungseinheit (60)).
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der virtuelle Drosselklappenwinkel (51) berechnet wird, der dem  
Drosselklappenwinkel (12) entspricht, der zur Zufuhr der Summe der ins  
Saugrohr (10) fließenden Massenströme (62) alleine über die Drosselklappe  
(11) erforderlich wäre.

5

10 Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

Vorrichtung und Verfahren zur Bestimmung des Massenstromes über das  
Tankentlüftungsventil für eine Verbrennungskraftmaschine

15

Zusammenfassung

- 20 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bestimmung des Massenstromes über ein  
Tankentlüftungsventil für eine Verbrennungskraftmaschine mit Saugrohr und  
Drosselklappe, wobei das Saugrohr mit dem Tankentlüftungsventil und einer  
Abgasrückführungseinrichtung verbunden ist und wobei der Drosselklappe und dem  
Tankentlüftungsventil jeweils ein Messwertwandler zugeordnet ist und wobei der  
25 Abgasrückführungseinrichtung ein Messwertgeber für den Massenstrom über die  
Abgasrückführungseinrichtung zugeordnet ist. Um bei einer solchen Vorrichtung den  
Massenstrom über das Tankentlüftungsventil mit verbesserter Genauigkeit  
bestimmen zu können, ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass den  
Messwertwandlern und dem Messwertgeber für den Massenstrom über die  
30 Abgasrückführungseinrichtung ein Massenstrom - Normierer zugeordnet ist, der die  
den Massenströmen über die Drosselklappe, das Tankentlüftungsventil und über die

2002

---

Abgasrückführungseinrichtung zugeordneten Signale der Messwertwandler und des Messwertgebers aufnimmt, summiert und normiert und dass dem Massenstrom - Normierer eine Umrechnungseinheit zugeordnet ist, die einen virtuellen Drosselklappenwinkel berechnet, aus dem eine Zuordnungseinheit den Massenstrom  
5 über das Tankentlüftungsventil bestimmt .

1/2

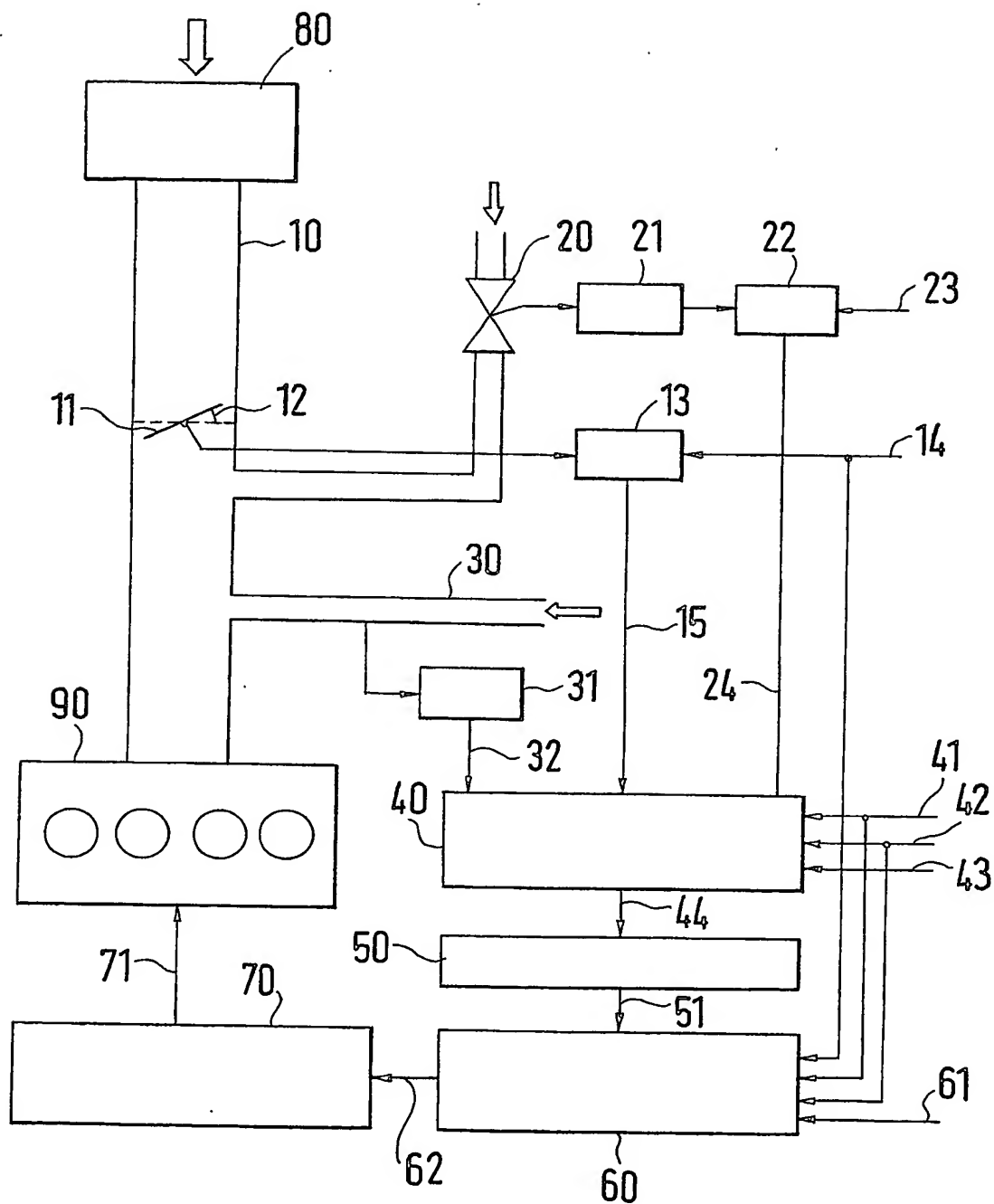


Fig.1



2/2

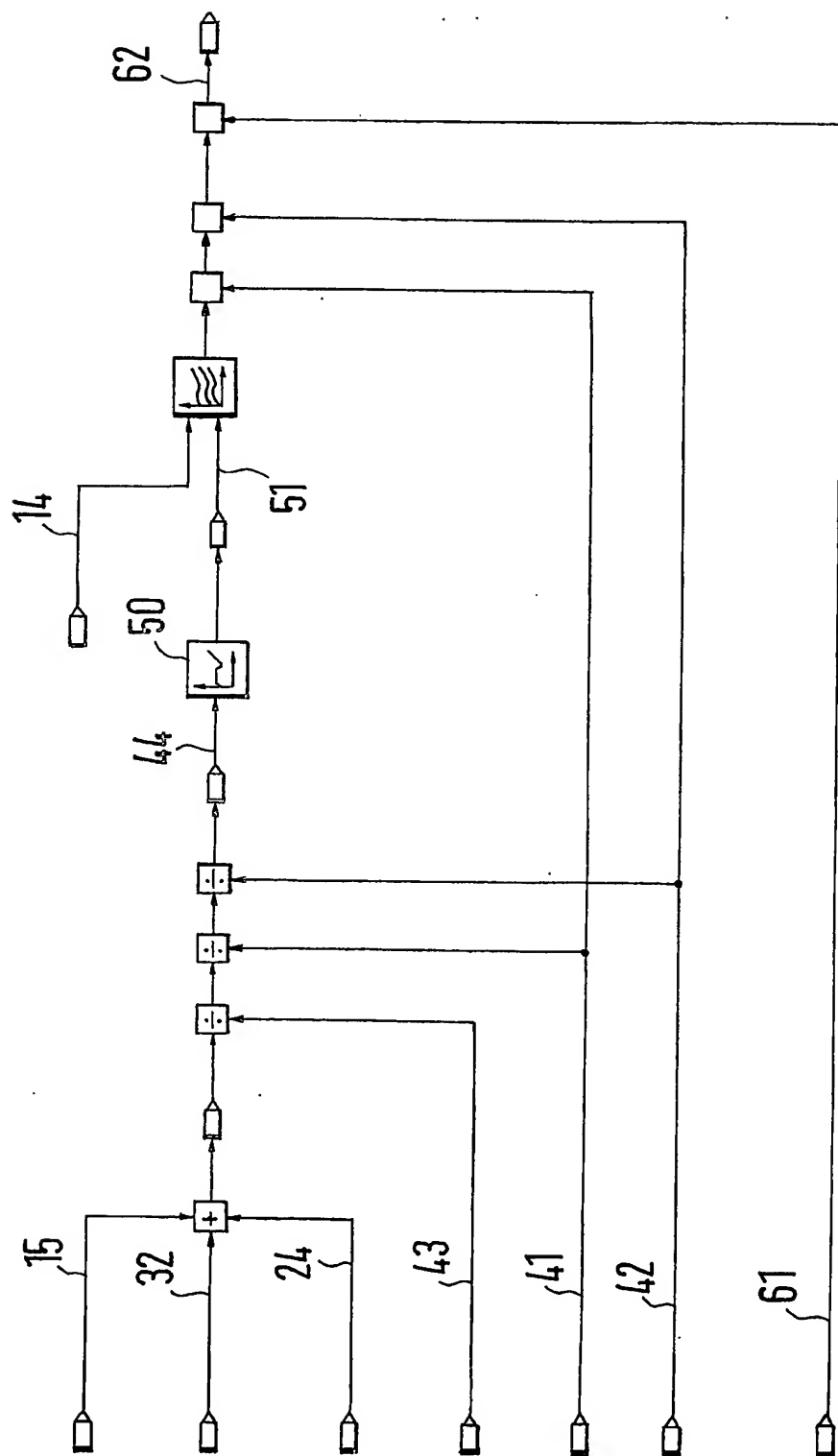


Fig. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**